

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**Національний технічний університет
"Харківський політехнічний інститут"**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до організації лабораторних, практичних занять
та самостійної роботи
за темою

ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ d^3 – ЕЛЕМЕНТІВ

для студентів спеціальності
„Хімічна технологія рідкісних розсіяних елементів та матеріалів на їх основі”
денної та заочної форм навчання

Затверджено
редакційно - видавничою радою
університету,
протокол № 3 від 21.12.2007р.

Харків НТУ "ХПІ" 2008

Методичні вказівки до організації лабораторних, практичних занять та самостійної роботи за темою „ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ d^3 – ЕЛЕМЕНТІВ” для студентів спеціальності „Хімічна технологія рідкісних розсіяних елементів та матеріалів на їх основі” денної та заочної форм навчання / Уклад. В.В. Штефан, М.Д. Сахненко, Т.П. Ярошок, М.В. Ведь.– Харків: НТУ "ХПІ", 2008. – 32 с.

Укладачі



В.В. Штефан
М.Д. Сахненко
Т.П. Ярошок
М.В. Ведь

Рецензент

М.М. Волобуєв

Кафедра технічної електрохімії

СПИСОК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

| | |
|---|--|
| c – | концентрація речовини, моль/л; |
| E – | елемент; |
| ΔG – | ізобарно-ізотермічний потенціал, кДж/моль; |
| ΔH – | ентальпія, кДж/моль; |
| M – | метал; |
| p – | тиск, Па; |
| S – | ентропія, Дж/(К·моль); |
| T – | температура, К; |
| n – | змінна; |
| ν – | кількість речовини, моль; |
| ρ – | густина розчину, г/см ³ ; |
| ω – | масова частка, %; |
| ОВП – | окисно-відновний потенціал; |
| ОВР – | окисно-відновна реакція; |
|  – | завдання на виконання досліду; |
|  – | завдання на виконання письмової відповіді |

Передмова

Методичні вказівки „Хімічні властивості d^3 – елементів” за програмою навчального курсу „Теоретичні основи хімії рідкісних розсіяних елементів” для студентів спеціальності „Хімічна технологія рідкісних розсіяних елементів та матеріалів на їх основі” денної та заочної форм навчання призначені для ознайомлення з хімічними властивостями елементів (на прикладі ванадію та ніобію): закономірностями реакцій гідролізу, окисно-відновних і обмінних реакцій, особливостями взаємодії кислот і лугів з металами. Методичні вказівки за темою „Хімічні властивості d^3 – елементів” можуть бути використані для проведення практичних, лабораторних занять та самостійної роботи як в аудиторії під керівництвом викладача, так і в позааудиторний час. З цією метою до видання включено значну кількість поліваріантних завдань для індивідуального розв’язання та необхідний довідковий матеріал.

1. ОСНОВНІ ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ

Елементи, що розглядаються, належать до п’ятої групи періодичної системи і мають наступну будову електронних оболонок:

| | |
|---------|---------------------|
| Ванадій | 2, 8, 11, 2 |
| Ніобій | 2, 8, 18, 12, 1 |
| Тантал | 2, 8, 18, 32, 11, 2 |

Характерною рисою ванадію є схильність до утворення сполук з різним ступенем окиснення. Зміна валентності супроводжується збільшенням здатності до деформації іонів і, у зв’язку з цим, різкою зміною кольору: жовтуватий (V), синій (IV), зелений (III), фіолетовий (II). Найбільш стійкими та типовими є сполуки п’ятивалентного ванадію.

Елементи цього ряду, на відміну від елементів підгрупи нітрогену, не утворюють газоподібних водневих сполук.

Ванадій розчиняється к концентрованій нітратній (V) кислоті, а ніобій і тантал – в суміші нітратної та фторидної кислот.

На відміну від ванадію, ніобій і тантал значно складніше відновлюються до нижчих ступенів окиснення, тому практично приходиться мати справу з їх п’ятивалентними сполуками, як найбільш стійкими. Хімічні властивості танталу і ніобію дуже близькі, чим і пояснюється їхнє сумісне знаходження в природі та складність як аналітичного, так і технологічного розділення металів.

2. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

2.1. Прилади, посуд, матеріали та реактиви

2.1.1. Розчини кислот, основ та пероксидів:

- а) хлоридна кислота HCl ($\rho = 1,19 \text{ г/см}^3$, $\omega = 10 \%$) – 50 мл;
- б) сульфатна кислота H_2SO_4 ($\rho = 1,84 \text{ г/см}^3$, $c = 2 \text{ моль/л}$, $\omega = 50 \%$, 10%) – 50 мл;
- в) нітратна кислота HNO_3 (1:1) – 50 мл;
- г) натрій гідроксид NaOH ($\omega = 10 \%$, $c = 4 \text{ моль/л}$) – 50 мл;
- д) гідроген пероксид H_2O_2 ($\omega = 3 \%$) – 25 мл.

2.1.2. Розчини солей та індикаторів:

- а) натрій метаванадат (V) NaVO_3 (насичений) – 50 мл;
- б) барій хлорид BaCl_2 ($c = 0,25 \text{ моль/л}$) – 25 мл;
- в) купрум сульфат CuSO_4 ($c = 0,25 \text{ моль/л}$) – 25 мл;
- г) аргентум нітрат AgNO_3 ($c = 0,1 \text{ моль/л}$) – 25 мл;
- д) плюмбум нітрат $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ($c = 0,25 \text{ моль/л}$) – 25 мл;
- е) сіль Мора $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ($c = 0,25 \text{ моль/л}$) – 25 мл;;
- ж) амоній сульфід $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ ($c = 0,25 \text{ моль/л}$) – 50 мл;
- з) калій ніобат KNbO_3 (насичений) – 50 мл;
- і) калій перманганат KMnO_4 ($c = 0,1 \text{ моль/л}$) – 25 мл;
- к) калій йодид KI ($c = 0,1 \text{ моль/л}$) – 25 мл;
- л) фенілантранілова кислота ($c = 0,1 \text{ моль/л}$) – 25 мл.
- м) нейтральний лакмус.
- н) дистильована вода – 500 мл

2.1.3. Метали, сухі речовини:

- а) гранульоване олово;
- б) гранульований цинк;
- в) порошок заліза;
- г) порошок ферованадію;
- д) натрій сульфат (IV);
- е) амоній метаванадат NH_4VO_3 ;
- ж) ванадій (V) оксид;
- з) оксалатна кислота $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$;

2.1.4. Матеріали:

- а) фільтрувальний папір;
- б) мікрошпатель – 10 шт.;

- в) фарфорова чашка – 2 шт.;
- г) піпетка – 5 шт.;
- д) крапельниця – 15 шт.;
- е) пробірка – 20 шт.;
- ж) колба (100 мл) – 3 шт.;
- з) колба (50 мл) – 5 шт.;
- і) конічна колба 10 мл
- к) пробірکوутримувач – 2 шт.
- л) щипці – 2 шт. ;
- м) штатив для пробірок – 4 шт.;
- н) газовий пальник – 1 шт.;
- о) скляні палички – 5 шт.;
- п) водяна баня;

2.2. Експериментальна частина

Дослід 1. Утворення та властивості ванадій (V) оксиду



Внесіть 1 мікрошпатель сухого амоній метаванадату NH_4VO_3 у фарфорову пляшечку та нагрійте при перемішуванні скляною паличкою. Спостерігайте зміну білого кольору амоній ванадату на червоний, що відповідає ванадій (V) оксиду. Одержаний ванадій (V) оксид розділіть на три пробірки та додайте в них по 4...5 крапель рідини: у першу – води, у другу – розчину лугу, у третю – концентрованої сульфатної кислоти. Останню нагрійте на водяній бані. Спостерігайте розчинення ванадій (V) оксиду та занотуйте колір розчинів, що утворилися.



Напишіть рівняння реакцій:

- розкладання амоній метаванадату;
- взаємодії ванадій (V) оксиду з водою, лугом та сульфатною кислотою, враховуючи, що у першому випадку утворюється метаванадатна кислота HVO_3 , у другому – натрій метаванадат NaVO_3 , у третьому – діоксованадій (V) сульфат $(\text{VO}_2)_2\text{SO}_4$.

Дослід 2. Властивості ванадатних кислот та їх солей



2.1. У пробірку внесіть 1 мікрошпатель порошку ванадій (V) оксиду і 5...7 крапель дистильованої води, нагрівайте суміш до появи слабо-жовтого кольору.

Декілька крапель одержаного розчину перенесіть піпеткою в пробірку з розчином нейтрального лакмусу. Як змінився колір лакмусу?



Напишіть реакцію утворення метаванадатної кислоти.



2.2. В пробірку, що містить 3...4 краплі насиченого розчину натрій метаванадату (V), внесіть 1...2 краплі концентрованої сульфатної кислоти. Занотуйте появу жовтуватого забарвлення.

У кислому середовищі метаванадати переходять у поліванадати, які є солями поліванадатних кислот із загальною формулою $xV_2O_5 \cdot yH_2O$. Найбільш стійкою є декаванадатна кислота $H_6V_{10}O_{28}$ та її солі.



Напишіть молекулярне та іонне рівняння реакції переходу натрій метаванадату у декаванадат. Надайте формулу декаванадатної кислоти через ванадій (V) оксид та воду. Чому декаванадатна кислота відноситься до полікислот?



2.3. У чотири пробірки внесіть по 3...4 краплі розчину натрій метаванадату та додайте по 3...4 краплі розчинів: у першу – барій хлориду, у другу – купрум сульфату, у третю – аргентум нітрату, у четверту – плюмбум нітрату. Спостерігайте випадіння осадів та занотуйте їх колір.



Напишіть молекулярні та іонні рівняння відповідних реакцій, враховуючи, що у випадку барій хлориду та плюмбум нітрату утворюються солі метаванадатної кислоти, аргентум нітрату – солі ортованадатної кислоти H_3VO_4 . В присутності купрум сульфату залежно від рН середовища можуть утворюватися солі як метаванадатної кислоти (осад синьо-зеленого кольору), так і солі метаванадатної кислоти (осад жовто-зеленого кольору).

Дослід 3. Утворення ванадій (V) сульфідів



У пробірку з трьома краплями розчину натрій метаванадату (V) додавайте по краплях розчин амоній сульфідів до появи жовтого забарвлення внаслідок утворення амоній тіованадату $(NH_4)_3VS_4$. До отриманого розчину додайте одну краплю розведеного розчину хлоридної кислоти до появи бурого осаду ванадій сульфідів V_2S_5 . Дигідроген сульфід, що виділяється, може частково відновлювати ванадій (V) до ванадію (IV), що викликає посиніння розчину.



Напишіть рівняння реакцій:

- утворення амоній тіованадату, враховуючи, що в реакції приймає участь вода;
- взаємодії амоній тіованадату і хлоридної кислоти з утворенням тіоортованадатної кислоти;
- розкладання тіоортованадатної кислоти.

Дослід 4. Утворення та властивості сполук ванадію (IV)



4.1. У сухій пробірці змішайте декілька кристаликів оксалатної кислоти $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ і стільки ж порошку ванадій (V) оксиду. Закріпіть пробірку у штативі та нагрійте суміш. Відмітьте утворення ванадій (IV) оксиду темно-синього кольору. Потроху перенесіть його у дві пробірки та додайте: в одну 4...5 крапель розчину лугу, в другу – стільки ж розчину сульфатної кислоти. Обидві пробірки обережно нагрійте до розчинення осаду. Відмітьте колір розчинів, що утворилися.



Напишіть рівняння реакцій:

- відновлення ванадій (V) оксиду оксалатною кислотою, враховуючи, що при цьому виділяється карбон діоксид;
- взаємодії ванадій (IV) оксиду з розчином лугу, враховуючи, що утворюється натрій тетраванадат (IV) $\text{Na}_2\text{V}_4\text{O}_9$;
- взаємодії ванадій (IV) оксиду і сульфатної кислоти з утворенням оксованадій (IV) сульфату VOSO_4 .

Зробіть висновок щодо кислотно-основного характеру ванадій (IV) оксиду.



4.2. До 5 крапель насиченого розчину натрій метаванадату (V) додайте 3...4 краплі концентрованої хлоридної кислоти. Занотуйте зміну кольору розчину. Додайте у пробірку декілька кристаликів натрій сульфату (IV). Збовтайте вміст пробірки до появи блакитного кольору, який характерний для іона VO^{2+} . Розчин збережіть для дослідів 4.4.



Напишіть рівняння реакцій:

- переходу натрій метаванадату в сильноокислому середовищі у діоксованадій (V) хлорид VO_2Cl ;
- відновлення VO_2Cl до VOCl_2 .

Поясніть, чому у водному розчині не може утворюватись ванадій (IV) хлорид?



4.3. У пробірку з декількома краплями розчину натрій ванадату додайте 1...2 краплі розчину сульфатної кислоти та 1...2 краплі розчину калій йодиду, розчин нагрійте. Занотуйте свої спостереження.



Напишіть рівняння реакції відновлення іона VO_3^- до іона VO^{2+} .

За результатами дослідів 4.2 та 4.3 зробіть висновок про окисно-відновні властивості сполук ванадію (V).



4.4. До розчину оксованадій (IV) хлориду, отриманого у досліді 4.2, додайте обережно одну краплю розчину лугу до утворення коричневої суспензії оксованадій (IV) гідроксиду. Суспензію розлийте в дві пробірки та перевірте хімічну поведінку одержаного гідроксиду до дії кислоти та надлишку лугу.



Напишіть рівняння реакцій:

- утворення оксованадій (IV) гідроксиду;
- розчинення його у кислоті;
- розчинення у надлишку лугу з утворенням $\text{Na}_2\text{V}_4\text{O}_9$.

Зробіть висновок про кислотно-основний характер ванадій (IV) гідроксиду.

Дослід 5. Властивості сполук ванадію (III)



5.1. У пробірку внесіть по 5 крапель натрій метаванадату (V) та концентрованої хлоридної кислоти. Занурте у розчин шматочок гранульованого олова та обережно нагрійте. Спостерігайте появу блакитного забарвлення розчину внаслідок появи іонів VO^{2+} та перехід його у зелений, притаманний іонам V^{3+} . Розчин збережіть для дослідів 5.2.



Напишіть рівняння реакції відновлення ванадій (V) до VCl_3 .



5.2. У дві пробірки внесіть по 2...3 краплі розчину ванадій (III) хлориду і у кожную додайте по декілька крапель розчину лугу концентрацією 4 моль/л до випадіння темного осаду ванадій (III) гідроксиду. Визначте відношення отриманого гідроксиду до кислоти та лугу. Чому присутність $\text{Sn}(\text{OH})_2$ не заважає дослідженню властивостей $\text{V}(\text{OH})_3$?



Напишіть рівняння реакції утворення ванадій (III) гідроксиду і розчинення його в кислоті. Зробіть висновок про кислотно-основний характер ванадій (III) гідроксиду.

Дослід 6. Послідовне відновлення сполук ванадію (V) до сполук ванадію (II)



До пробірки з 12...15 краплями насиченого розчину натрій метаванадату додайте 8...10 крапель концентрованої хлоридної кислоти і 2...3 шматочки цинку.

Підігрівайте пробірку і спостерігайте послідовну зміну кольору розчину. При появі кожного нового кольору перенесіть по декілька краплин розчину у чисті пробірки та збережіть їх для дослідів 7 і 8.

Відмітьте та поясніть зміну кольору розчину. Зверніть увагу, що синій колір відповідає появі у розчині іонів VO^{2+} , зелений – іонів $[\text{V}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$, бузковий колір характерний для іонів $[\text{V}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$.



Напишіть рівняння реакцій послідовного відновлення сполук ванадію із ступенем окиснення +5 до ступенів окиснення +4, +3, +2 і сумарне рівняння реакції відновлення натрій метаванадату з утворенням ванадій (II) хлориду.

Дослід 7. Утворення та властивості ванадій гідроксидів



Вміст кожної з трьох пробірок досліду 6 розлийте на дві пробірки та додайте у кожну по краплях розчин лугу концентрацією 4 моль/л до випадіння осадів. Відмітьте їх колір та визначте відношення кожного осаду до кислоти та надлишку лугу.

Зробіть висновок про кислотно-основні властивості гідроксидів ванадію у різних ступенях окиснення. Візьміть до уваги, що часткове розчинення осаду ванадій (II) гідроксиду у надлишку лугу обумовлено розчиненням цинк гідроксиду, що утворився при окисненні металевого цинку у досліді 6.



Напишіть рівняння усіх реакцій.

Дослід 8. Відновні властивості сполук ванадію у нижчих ступенях окиснення



До підкислених сульфатною кислотою розчинів солей ванадій (II), (III), (IV) з досліду 6 додайте по краплях розчин калій перманганату. Спостерігайте зміну кольору реакційних сумішей та поясніть, чим вона обумовлена.



Складіть рівняння реакцій, що відбуваються.

Дослід 9. Утворення суміші пероксованадатних кислот



До 4...5 крапель насиченого розчину натрій метаванадату (V) додайте декілька крапель розчину з $\omega(\text{H}_2\text{O}_2) = 3\%$ та декілька крапель розчину сульфатної кислоти з молярною концентрацією еквівалента 2 моль/л.

Спостерігайте забарвлення розчину у червоний колір, обумовлений появою суміші пероксованадатних (надванадатних) кислот, та виділення кисню, що свідчить про їх нестійкість.



Напишіть рівняння реакції утворення простішої з пероксованадатних кислот – HVO_4 та її графічну формулу.

Дослід 10. Утворення ніобій (V) гідроксиду та дослідження його властивостей



У дві пробірки з розчином калій ніобату (3...5 крапель) додайте такий же об'єм розчину сульфатної кислоти. Спостерігайте випадіння білого драглеподібного осаду змінного складу $\text{Nb}_2\text{O}_5 \cdot x\text{H}_2\text{O}$.

Вивчить властивості осаду, додавши: у одну пробірку 5...6 крапель концентрованого розчину лугу, а у другу – стільки ж концентрованого розчину сульфатної кислоти до розчинення осадів. Останній розчин збережіть для дослідів 11 та 12.



Напишіть рівняння реакції утворення метаніобатної кислоти і реакцій її розчинення у розчинах кислоти та лугу, маючи на увазі, що у кислому середовищі утворюється $(\text{NbO}_2)_2\text{SO}_4$.

Розчин діоксоніобій сульфату збережіть для дослідів 11 і 12.

Дослід 11. Гідроліз солей ніобію



Нагрійте у пробірці до кипіння 20...25 крапель дистильованої води та внесіть до неї 3...4 краплі діоксиніобій сульфату, одержаного у досліді 10. Спостерігайте випадіння білого драглеподібного осаду.



Напишіть рівняння реакції гідролізу діоксиніобій сульфату, враховуючи, що утворюється осад діоксиніобій гідроксиду.

Дослід 12. Окисні властивості солей ніобію (V)



У пробірку, що містить 10 крапель діоксиніобій сульфату $(\text{NbO}_2)_2\text{SO}_4$, додайте 5...6 крапель концентрованого розчину хлоридної кислоти та 1 мікрошпатель порошку заліза. Вміст пробірки обережно нагрійте до появи синього кольору, що характерний для сполук ніобію (III). Розчин збережіть для наступного досліді.



Напишіть рівняння реакції відновлення, враховуючи, що залізо окиснюється до Fe^{+2} .

Дослід 13. Відновні властивості солей ніобію (III)



Декілька крапель розчину ніобій (III) хлориду, що утворився у досліді 12, підкисліть розчином сульфатної кислоти та додайте декілька крапель розчину калій перманганату. Спостерігайте зміну кольору розчину.



Напишіть рівняння реакції утворення діоксиніобій хлориду NbO_2Cl .

Дослід 14. Якісне визначення ванадію у ферованадії



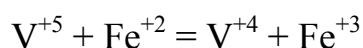
Помістіть у фарфорову чашку 2...3 мікрошпателі порошку ферованадію. Додайте 5 крапель розчину нітратної (V) кислоти (1:1) та розмішайте скляною паличкою до розчинення ферованадію. Додайте 5 крапель розчину сульфатної (VI) кислоти (1:3) та нагрійте до появи білої пари SO_3 .

Остудіть утворений розчин і перенесіть 5...6 крапель у пробірку з декількома краплями дистильованої води. Дослідіть поведінку розчину дією гідроген пероксиду, як описано у досліді 9. Чи з'явилося червоне забарвлення, характерне для пероксокислот (V)?

Дослід 15. Кількісне визначення ванадію



Визначення ванадію базується на прямому титруванні розчину ванадату розчином солі Мора $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ з молярною концентрацією еквівалента 0,01 моль/л у присутності індикатора – фенілантранілової кислоти:



Наважку сухої солі – натрій або калій ванадату (0,12 – 0,15 г) – розчиніть у 35 мл розчину з $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 50\%$. Об'єм розчину доведіть дистильованою водою до 100 мл. Для титрування перенесіть у конічну колбу 10 мл розчину, додайте 3...5 крапель індикатора – фенілантранілової кислоти; при цьому розчин забарвлюється у інтенсивно-рожевий колір. Титруйте розчином солі Мора до переходу забарвлення розчину у жовто-зелений колір. Проведіть три паралельних досліди.

Визначте концентрацію розчину KVO_3 за формулою:

$$c(\text{KVO}_3) = \frac{c(\text{Fe}^{+2})V(\text{Fe}^{+3})}{V(\text{KVO}_3)},$$

де c – молярна концентрація, моль/л;

V – об'єм, л.

Масу калій ванадату в 1 л розчину визначте як:

$$m(\text{KVO}_3) = c(\text{KVO}_3)M(\text{KVO}_3),$$

де: M – молярна маса сполуки, г/моль.

2.3. Порядок оформлення лабораторної роботи

Матеріал звіту до виконаних лабораторних робіт надають у наступній послідовності:

2.3.1. Назва роботи

2.3.2. Мета роботи

2.3.4. Завдання на проведення досліду (викласти сенс завдання).

2.3.5. Результати досліду

Провести дослід, занотувати візуальні спостереження. Скласти рівняння хімічних реакцій та надати відповіді на поставлені запитання.

2.3.6. Обговорення отриманих результатів

Провести аналіз отриманих даних. Визначити хімічні властивості досліджуваних сполук.

2.3.7. Висновки

На підставі аналізу отриманих результатів сформулювати висновки щодо хімічних властивостей ванадію, ніобію та їх сполук.

2.3.8. Навести дати виконання роботи та її захисту

| | | |
|-------------------|-----|--------|
| Роботу виконано | “ “ | 200 р. |
| Роботу зараховано | “ “ | 200 р. |

Звіт виконують на аркушах формату А4 або на зошитових аркушах у клітинку. Оформлення тексту звіту повинно відповідати вимогам СТБУЗ-ХПІ-2.05-2003.

Захист відбувається в аудиторний або позааудиторний час та передбачає наявність звіту, оформленого відповідно до вимог СТБУЗ-ХПІ-2.05-2003, виконаних розрахункових завдань та відповідей на запитання стосовно окремих розділів виконаної роботи і висновків.

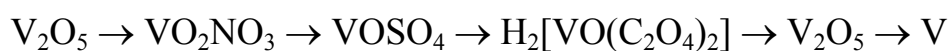
3. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Варіант 1

1. В природі ніобій і тантал входять до складу групи мінералів колумбіту – танталіту із загальною формулою $(\text{Mn}^{2+}, \text{Fe}^{2+}) \cdot (\text{Ta}, \text{Nb})_2\text{O}_6$. Поясніть, чому ніобій і тантал можуть одночасно бути присутніми в цих мінералах, тоді як ванадію в них не знайдено.

2. При сплавленні K_2CO_3 з M_2O_5 , де М – Nb або Ta, утворюється сполука K_3MO_4 (наведіть назви всіх реагентів). Після розчинення плаву у воді і підкислення розчину випадає осад полігідрату оксида відповідного металу – M_2O_5 . Складіть рівняння реакцій.

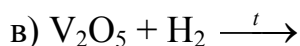
3. Складіть рівняння імовірних реакцій за наступною схемою:



4. Визначіть окисник та відновник, закінчіть рівняння ОВР:



5. Наведіть рівняння реакцій:



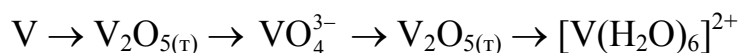
6. Ванадій у вільному стані можна одержати термічним розкладанням хлориду чи йодиду ванадію (II) на відповідні прості речовини. На основі термодинамічного розрахунку для закритої системи за стандартних умов ($T = 298 \text{ K}$) визначте, який із вказаних галогенідів доцільно застосовувати для одержання ванадію.

Варіант 2

1. Співставте зміну наступних властивостей елементів підгрупи ванадію:
а) атомних і умовних (E^{5+}) радіусів; б) потенціали іонізації $\text{E} \rightarrow \text{E}^+$; в) ступеня окиснення; г) відношення металів до кислот та лугів.

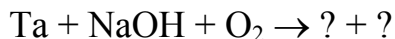
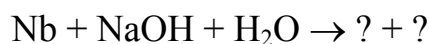
2. Запропонуйте спосіб переведення в розчин магній ванадату $\text{Mg}_3(\text{VO}_4)_2$ та одержання індивідуальних сполук магнію і ванадію. Напишіть рівняння всіх реакцій та вкажіть умови їх проведення.

3. Складіть рівняння імовірних реакцій за наступною схемою:



4. Визначіть окисник та відновник, закінчіть рівняння ОВР:





5. Наведіть рівняння реакцій:



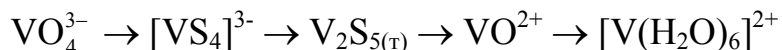
6. Ванадій (II) оксид є нестехіометричною сполукою VO_{1+x} ($-0,25 \leq x \leq 0,25$). Розрахуйте масову частку (%) ванадію при найменшому та найбільшому значенні x .

Варіант 3

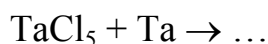
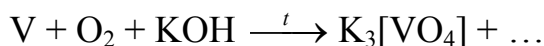
1. Співставте в ряду $\text{V}_2\text{O}_5 - \text{Nb}_2\text{O}_5 - \text{Ta}_2\text{O}_5$ зміну наступних властивостей:
а) термічна стійкість; б) кислотні властивості; в) окиснювальна здатність (два приклади реакцій). Поясніть закономірності, яким підпорядковуються наведені властивості.

2. Використовуючи значення ОБП, визначте, які з наступних речовин за стандартних умов можуть бути окиснені ванадат-іоном: HCl , HBr , HI , H_2S , H_2SO_3 , HNO_2 , SnCl_2 , MnSO_4 , FeSO_4 , $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$. Для окисно-відновних процесів в розчинах напишіть електронно-іонні рівняння напівреакцій і молекулярні рівняння реакцій.

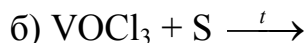
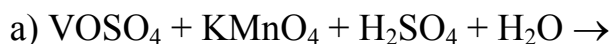
3. Складіть рівняння імовірних реакцій за наступною схемою:



4. Визначіть окисник та відновник, закінчіть рівняння ОВР:



5. Наведіть рівняння реакцій:



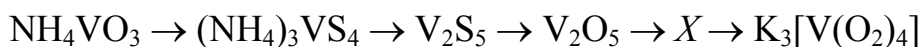
6. Розрахуйте число атомів ванадію й кисню в кристалі $\text{VO}_{0,76}$ об'ємом $1,044 \text{ см}^3$ при кімнатній температурі.

Варіант 4

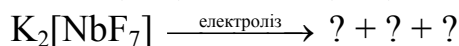
1. Запропонуйте спосіб розділення сполук V(V) , Be(II) і Zr(IV) , які знаходяться у водному розчині нітратної кислоти, та одержання безводного VOCl_3 і калій фтороцирконату. Напишіть рівняння всіх реакцій та вкажіть умови їх проведення.

2. Вкажіть якісний склад розчину, одержаного після обробки надлишком фторидної кислоти сплаву, що містив титан і ванадій. Запропонуйте спосіб розділення титану і ванадію.

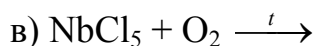
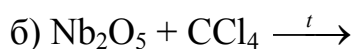
3. Складіть рівняння імовірних реакцій за наступною схемою:



4. Визначіть окисник та відновник, закінчіть рівняння ОВР:



5. Наведіть рівняння реакцій:



6. До 235 мл 0,15 моль/л розчину натрій ортованадату, підкисленого сульфатною кислотою, додають 235 мл 0,15 моль/л розчину діамоній ферум (II) сульфату. Вважаючи, що ванадій (V) переходить в тетраакваванадій оксосульфат, визначте масу (г) цього продукту.

Варіант 5

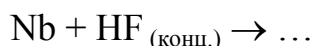
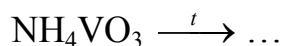
1. Запропонуйте метод розділення і одержання простих речовин ванадію і алюмінію, які присутні в суміші ізоморфних квасців. Напишіть рівняння всіх реакцій та вкажіть умови їх проведення.

2. Чи буде взаємодіяти VOSO_4 з розчинами наступних речовин:
а) концентрованою нітратною кислотою; б) розведеним розчином гідрату амоніаку;
в) концентрованим розчином гідрату амоніаку; г) концентрованою хлоридною кислотою; д) концентрованою сульфатною кислотою? Які реакції перебігають?

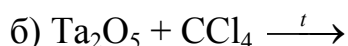
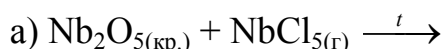
3. Складіть рівняння імовірних реакцій за наступною схемою:



4. Визначіть окисник та відновник, закінчіть рівняння ОВР:



5. Наведіть рівняння реакцій:



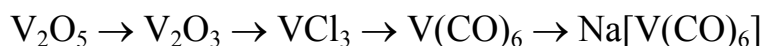
6. Яка маса ванаділ оксохлориду VOCl_2 може бути одержана при обробці хлоридною кислотою 0,5 кг руди, що містить 90 % V_2O_5 ?

Варіант 6

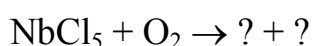
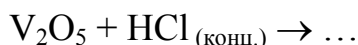
1. Вкажіть якісний склад розчину, одержаного після розчинення у воді лужного плаву (NaOH) мінералу роскоеліту $\text{KV}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$. Запропонуйте спосіб виділення з цього розчину індивідуальних сполук ванадію і алюмінію, а також одержання ванадію як металу. Напишіть рівняння всіх реакцій та вкажіть умови їх проведення.

2. Поясніть, чи буде взаємодіяти V_2O_5 з розчинами наступних речовин: а) концентрованою нітратною кислотою; б) розведеним розчином гідрату амоніаку; в) концентрованим розчином гідрату амоніаку; г) концентрованою хлоридною кислотою; д) концентрованою сульфатною кислотою. Які реакції перебігають?

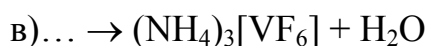
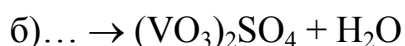
3. Складіть рівняння імовірних реакцій за наступною схемою:



4. Визначіть окисник та відновник, закінчіть рівняння ОВР:



5. Наведіть вихідні сполуки, внаслідок взаємодії яких утворились продукти в реакціях (а), (б) та (в) і запишіть рівняння реакцій. Для окисно-відновних перетворень в розчинах напишіть електронно-іоні рівняння напівреакцій.



6. Тепловий ефект реакції відновлення ванадій (V) оксиду кальцієм становить 1618,8 кДж. Розрахуйте теплоту утворення V_2O_5 .

Варіант 7

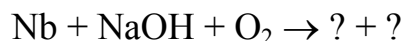
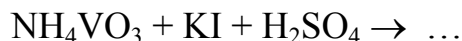
1. Напишіть формули оксидів ванадію та вкажіть, як змінюється їх хімічний характер при переході від низького ступеню окиснення до високого.

2. Поясніть, чи буде взаємодіяти VF_5 з наступними розчинами: а) концентрованою нітратною кислотою; б) концентрованим розчином амоній гідроксиду; в) розведеним розчином амоній гідроксиду; г) концентрованою хлоридною кислотою; д) концентрованою сульфатною кислотою. Які реакції перебігають?

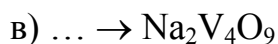
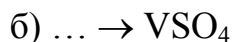
3. Складіть рівняння імовірних реакцій за наступною схемою:



4. Визначіть окисник та відновник, закінчіть рівняння ОВР:



5. Наведіть вихідні сполуки, внаслідок взаємодії яких утворились продукти в реакціях (а), (б) та (в) і запишіть рівняння реакцій. Для окисно-відновних перетворень в розчинах напишіть електронно-іоні рівняння напівреакцій.



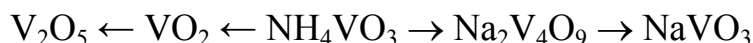
6. Яка маса амоній ванадату з масовою часткою домішок 25 % необхідна для одержання 9,1 г ванадій (V) оксиду? Який об'єм амоніаку (н.у.) при цьому виділиться? Вихід продукту реакції дорівнює 70 %.

Варіант 8

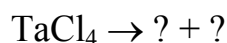
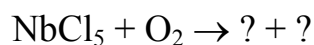
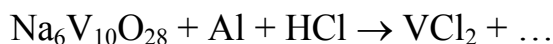
1. Який з оксидів має більш кислотний характер: а) V_2O_5 або Nb_2O_5 ; б) V_2O_5 або As_2O_5 ?

2. Поясніть, чи буде взаємодіяти VCl_3 з наступними розчинами: а) концентрованою нітратною кислотою; б) розведеним розчином амоній гідроксиду; в) концентрованим розчином амоній гідроксиду; г) концентрованою хлоридною кислотою; д) концентрованою сульфатною кислотою. Які реакції перебігають?

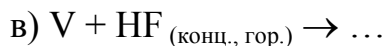
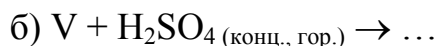
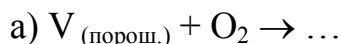
3. Складіть рівняння імовірних реакцій за наступною схемою:



4. Визначіть окисник та відновник, закінчіть рівняння ОВР:



5. Наведіть продукти реакцій і запишіть їх рівняння. Для окисно-відновних перетворень в розчинах напишіть електронно-іоні рівняння напівреакцій.



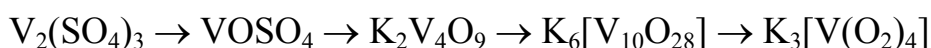
6. При обробці дикалій гептафторотанталату (V) киплячою водою об'ємом 60,108 мл утворився осад тетеракалій додекафторогексаоксотетратанталату (V) і ще два розчинних продукти, один із яких кислота. Утворений розчин має $\text{pH} = 1,85$, а $\alpha_{\text{дис}}$ цієї кислоти $7 \cdot 10^{-2}$. Яку масу сполуки танталу піддали гідролізу?

Варіант 9

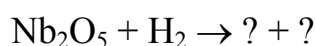
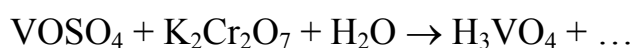
1. Визначте ступінь окиснення ванадію у складі іонів: $V_4O_9^{2-}$, VO^{2+} , $V_3O_9^{3-}$, $V_{10}O_{28}^{6-}$, $V_2O_7^{4-}$, VO_2^+ . Напишіть формули сполук, що містять вказані іони (по одному прикладу на кожний іон).

2. Поясніть, чи буде взаємодіяти VCl_4 з наступними розчинами: а) концентрованою нітратною кислотою; б) розведеним розчином амоній гідроксиду; в) концентрованим розчином амоній гідроксиду; г) концентрованою хлоридною кислотою; д) концентрованою сульфатною кислотою. Які реакції перебігають?

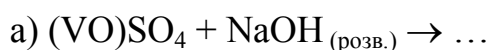
3. Складіть рівняння імовірних реакцій за наступною схемою:



4. Визначіть окисник та відновник, закінчіть рівняння ОВР:



5. Наведіть рівняння реакцій:



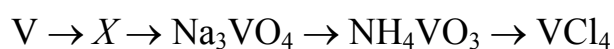
6. Виведіть формулу ванадій оксиду, якщо в 2,73 г сполуки міститься 1,53 г ванадію.

Варіант 10

1. Напишіть рівняння реакцій переходу: а) натрій метаванадату $NaVO_3$ у декаванадат $Na_6V_{10}O_{28}$; б) натрій метаванадату $NaVO_3$ в сіль, що містить катіон VO_2^+ .

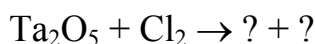
2. Поясніть, чи буде взаємодіяти $(VO_2)Cl$ з наступними розчинами: а) концентрованою нітратною кислотою; б) розведеним розчином амоній гідроксиду; в) концентрованим розчином амоній гідроксиду; г) концентрованою хлоридною кислотою; д) концентрованою сульфатною кислотою. Наведіть рівняння реакцій, які перебігають.

3. Складіть рівняння імовірних реакцій за наступною схемою:



4. Визначіть окисник та відновник, закінчіть рівняння ОВР:





5. Наведіть рівняння реакцій:



6. Розрахуйте енергію Гіббса реакції відновлення TaCl_5 воднем при температурі 1000 °С.

Варіант 11

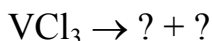
1. Напишіть рівняння реакцій: а) одержання натрій тіаванадату NaVS_3 із ванадій (V) сульфїду; б) одержання NaVS_3 із натрій метаванадату; в) взаємодії NaVS_3 з хлоридною кислотою.

2. Чи буде взаємодіяти VOCl_3 з розчинами наступних речовин: а) концентрованою нітратною кислотою; б) розведеним розчином амоній гідроксиду; в) концентрованим розчином амоній гідроксиду; г) концентрованою хлоридною кислотою; д) концентрованою сульфатною кислотою. Які реакції перебігають?

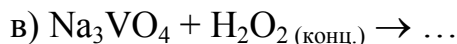
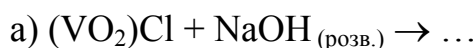
3. Складіть рівняння імовірних реакцій за наступною схемою:



4. Визначіть окисник та відновник, закінчіть рівняння ОВР:



5. Наведіть рівняння реакцій:



6. В електролізері з хлориднофторидним електролітом (77,3 % KCl , 9,7 % KF , 9,7 % K_2TaF_7 , 3,3 % Ta_2O_5) при температурі 800 °С, густині струму 0,5 А/см² за 1 годину і 20 хвилин одержано 2873 г танталу на катоді площею 40 дм². Розрахуйте вихід за струмом танталу.

Варіант 12

1. Складіть графічну формулу сполуки $\text{VO}(\text{ClO}_4)_2$ та вкажіть ступінь окиснення ванадію.

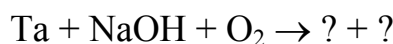
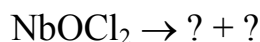
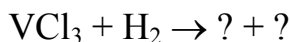
2. Поясніть, чи буде взаємодіяти VCl_2 з розчинами наступних речовин а) концентрованою нітратною кислотою; б) розведеним розчином амоній гідроксиду; в) концентрованим розчином амоній гідроксиду; г) концентрованою

хлоридною кислотою; д) концентрованою сульфатною кислотою. Які реакції перебігають?

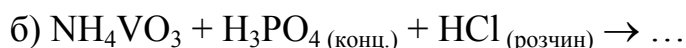
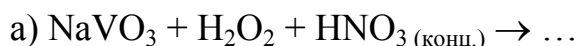
3. Складіть рівняння імовірних реакцій за наступною схемою:



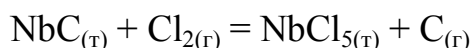
4. Визначіть окисник та відновник, закінчіть рівняння ОВР:



5. Наведіть рівняння реакцій:



6. Термодинамічним розрахунком для закритої системи за стандартних умов ($T = 298 \text{ K}$) визначте, чи перебігає реакція самодовільно



Розрахуйте, з якої температури ($^{\circ}\text{C}$) реакція термодинамічно можлива. Який фактор – ентальпійний чи ентропійний – буде сприяти перебігу реакції.

Варіант 13

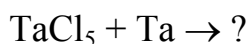
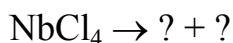
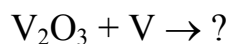
1. Наведіть стандартні електродні потенціали в кислому середовищі для систем: а) $\text{VO}_2^+ \rightarrow \text{VO}^{2+}$; б) $\text{VO}_2^+ \rightarrow \text{V}^{3+}$; в) $\text{VO}_2^+ \rightarrow \text{V}^{2+}$. Яку з речовин: H_2S , KI , Na_2SO_3 , FeSO_4 , Zn можна застосовувати для відновлення в кислому середовищі: а) іона VO_2^+ до іона VO^{2+} ; б) іона VO_2^+ до іона V^{3+} ; в) іона VO_2^+ до іона V^{2+} ? Наведіть рівняння відповідних реакцій.

2. Напишіть рівняння реакцій взаємодії метаванадатної кислоти з гідроген пероксидом з утворенням простішої пероксиададатної кислоти та наведіть графічну формулу цієї сполуки.

3. Складіть рівняння імовірних реакцій за наступною схемою:

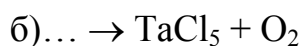


4. Визначіть окисник та відновник, закінчіть рівняння ОВР:



5. Наведіть вихідні сполуки, внаслідок взаємодії яких утворились наступні продукти. Запишіть рівняння реакцій. Для окисно-відновних процесів в розчинах напишіть електронно-іонні рівняння напівреакцій.





6. Співставте термодинамічні характеристики реакції

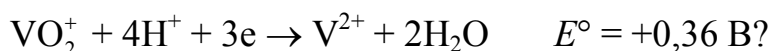


Розрахуйте константу рівноваги цієї реакції.

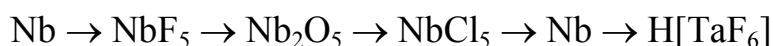
Варіант 14

1. При розчиненні ніобію в суміші нітратної і фторидної кислот утворюється комплексна двохосновна кислота ніобію (V), в якій лігандами є F^- -іони, а координаційне число ніобію (V) дорівнює 7. Напишіть рівняння реакції та підберіть коефіцієнти, припускаючи, що нітратна кислота відновлюється до NO.

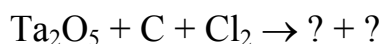
2. Які відновники переводять іон VO^{2+} в іон V^{2+} в кислому середовищі, якщо для такої реакції відомий стандартний електродний потенціал



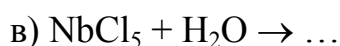
3. Складіть рівняння імовірних реакцій за наступною схемою:



4. Визначіть окисник та відновник, закінчіть рівняння ОВР:



5. Наведіть рівняння реакцій:



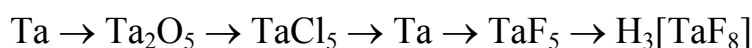
6. Яка маса натрій ванадату NaVO_3 може бути одержана при обробці хлоридною кислотою 0,5 кг руди, що містить 85 % V_2O_5 ?

Варіант 15

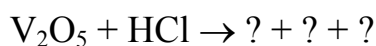
1. Який з наведених іонів ванадію (V) переважно утворюється в кислому середовищі: VO_3^- , $\text{V}_2\text{O}_7^{2-}$, $\text{V}_{10}\text{O}_{28}^{6+}$, VO^{3+} , VO_2^+ ? Відповідь поясніть.

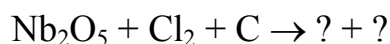
2. Що вам відомо про розповсюдження ванадію, ніобію та танталу в природі? Розділення яких двох елементів є досить складною проблемою? Чому? Що обумовлює схожість цих елементів та їх сполук?

3. Складіть рівняння імовірних реакцій за наступною схемою:

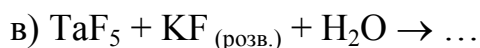
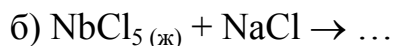
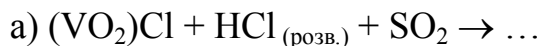


4. Визначіть окисник та відновник, закінчіть рівняння ОВР:





5. Наведіть рівняння реакцій:



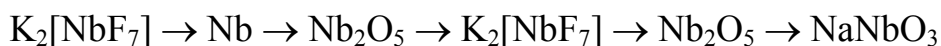
6. Для повної нейтралізації продуктів, одержаних при гідролізі деякого галогеніду ванадію масою 4,38 г, витратили розчин калій гідроксиду об'ємом 100 мл з молярною концентрацією 2,4 моль/л. Який це був галогенід?

Варіант 16

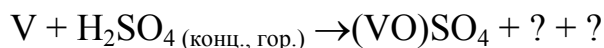
1. Які ступені окиснення можуть мати ванадій, ніобій, тантал в сполуках? Наведіть найхарактерніші для кожного з елементів.

2. Як метали підгрупи ванадію відносяться до дії кислот та лугів? Які умови необхідні для переведу цих простих речовин в сполуки? Відповідь проілюструйте відповідними рівняннями реакцій.

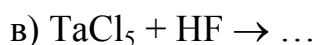
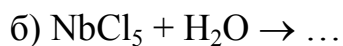
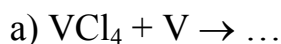
3. Складіть рівняння імовірних реакцій за наступною схемою:



4. Визначіть окисник та відновник, закінчіть рівняння ОВР:



5. Наведіть рівняння реакцій:



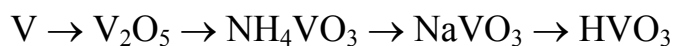
6. Яка маса амоній ванадату з масовою часткою домішок 45 % необхідна для одержання 30 г ванадій (V) оксиду, якщо вихід продукту реакції складає 75 % ? Який об'єм амоніаку (н.у.) при цьому виділиться?

Варіант 17

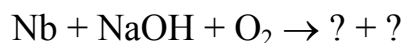
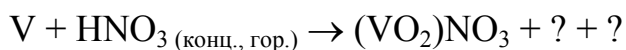
1. Поясніть, чому ніобій і тантал не розчиняються в суміші хлоридної та нітратної кислот, але розчинні в суміші концентрованих фторидної та нітратної?

2. При відновленні ванадатної кислоти гідроген йодидом розчин після кипіння (для видалення утвореного йоду) забарвлюється у зелений колір. Наведіть рівняння реакції.

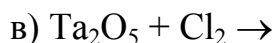
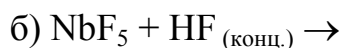
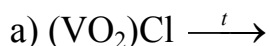
3. Складіть рівняння імовірних реакцій за наступною схемою:



4. Визначіть окисник та відновник, закінчіть рівняння ОВР:



5. Наведіть рівняння реакцій:



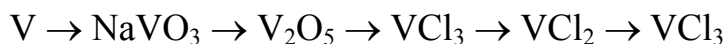
6. Які продукти і в якій кількості повинні бути використані для одержання 50 г тантал пентафториду.

Варіант 18

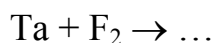
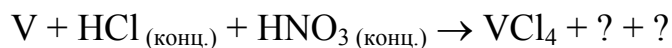
1. Як змінюється кислотно-основна природа сполук у ряду $\text{VO} - \text{V}_2\text{O}_3 - \text{VO}_2 - \text{V}_2\text{O}_5$? Напишіть рівняння реакцій, які доводять наявність у оксидів основних або кислотних властивостей.

2. Надайте характеристику окісно-відновних властивостей сполук ванадію (II) та (III).

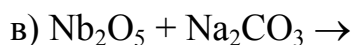
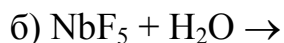
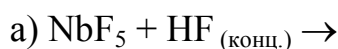
3. Складіть рівняння імовірних реакцій за наступною схемою:



4. Визначіть окисник та відновник, закінчіть рівняння ОВР:



5. Наведіть рівняння реакцій:



6. На титрування 50 мл насиченого при 18 °С розчину амоній метаванадату використано 28,3 мл підкисленого 0,0980 моль екв/л розчину солі Мора $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Визначте розчинність амоній метаванадату при вказаній температурі, прийнявши густину його розчину рівний одиниці.

Варіант 19

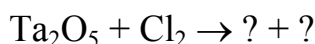
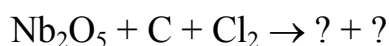
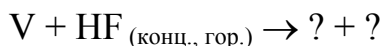
1. Що відбувається при зберіганні розчину ванадій дихлориду: у відкритому посуді; без доступу повітря? Напишіть рівняння відповідних реакцій. Чи буде себе поводити так і VCl_3 ?

2. Які іони чотирьохвалентного ванадію існують у водних розчинах? Які сполуки утворюються в реакціях $V(OH)_4$ з сульфатною кислотою, лугом? Надайте їм назву.

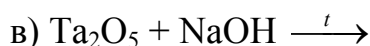
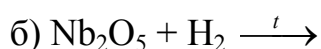
3. Складіть рівняння імовірних реакцій за наступною схемою:



4. Визначіть окисник та відновник, закінчіть рівняння ОВР:



5. Наведіть рівняння реакцій:



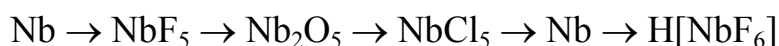
6. Суміш ошурок ніобію і цинку масою 7,26 г прожарили при 500 °С на повітрі із твердим натрій гідроксидом масою 4,8 г. З метою нейтралізації надлишку лугу витратили розчин натрій гідрокарбонату об'ємом 15,91 мл з $\omega(NaHCO_3) = 8\%$ і $\rho = 1,056$ г/мл. Якими були масові частки металів у вихідній суміші і об'єм кисню (н.у.), що вступив в реакцію?

Варіант 20

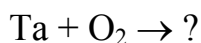
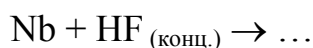
1. Чи однакові причини нестійкості іонів V^{2+} та V^{4+} у водному розчині? Відповідь аргументуйте.

2. Яка хімічна природа ванадій тетрахлориду?

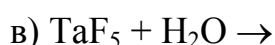
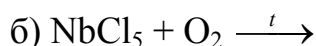
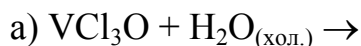
3. Складіть рівняння імовірних реакцій за наступною схемою:



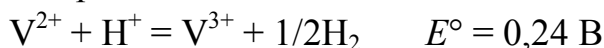
4. Визначіть окисник та відновник, закінчіть рівняння ОВР:



5. Наведіть рівняння реакцій:



6. В водному розчині, що в 1 л містить 1 моль V^{2+} і стільки ж H^+ , іони V^{2+} відновлюють водень із води за реакцією:



Визначте, до якої межі можливий перебіг цього процесу, якщо

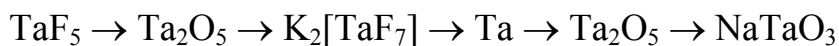
$$E = 0,24 - 0,059 \lg [(c(V^{3+})p^{1/2}(H_2))/(c(V^{2+})c(H^+))]$$

Варіант 21

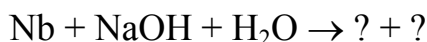
1. Чому ванадій називають «хімічним хамелеоном»? Як забарвлені солі двох-, трьох-, чотирьох- та п'ятивалентного ванадію?

2. Як одержати ванадій (V) оксид? Охарактеризуйте його відношення до води, лугу, кислот; напишіть рівняння відповідних реакцій.

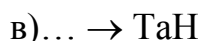
3. Складіть рівняння імовірних реакцій за наступною схемою:



4. Визначіть окисник та відновник, закінчіть рівняння ОВР:



5. Наведіть вихідні сполуки, внаслідок взаємодії яких утворились наступні продукти. Запишіть рівняння реакцій. Для окисно-відновних процесів в розчинах напишіть електронно-іонні рівняння напівреакцій.



6. Термодинамічним розрахунком для закритої системи за стандартних умов ($T = 298\text{ K}$) визначте, чи перебігає реакція самодовільно



Розрахуйте, з якої температури ($^{\circ}C$) реакція термодинамічно можлива. Який фактор – ентальпійний чи ентропійний – буде сприяти перебігу реакції.

Варіант 22

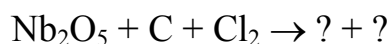
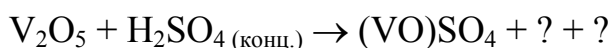
1. Який колір має чистий V_2O_5 ? Яка домішка часто міститься в реактивному препараті і як це впливає на забарвлення речовини? Запропонуйте спосіб очистки V_2O_5 від цієї домішки.

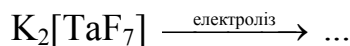
2. Найбільш стійкими у водному розчині є наступні ванадатні іони: VO_3^- , VO_4^{3-} , $V_2O_7^{4-}$, $V_6O_{17}^{4-}$, $V_{10}O_{28}^{6-}$. Який порядок взаємних перетворень цих іонів при поступовій зміні рН розчину? Відповідь обґрунтуйте.

3. Складіть рівняння імовірних реакцій за наступною схемою:

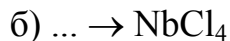


4. Визначіть окисник та відновник, закінчіть рівняння ОВР:





5. Наведіть вихідні сполуки, внаслідок взаємодії яких утворились наступні продукти. Запишіть рівняння реакцій. Для окисно-відновних процесів в розчинах напишіть електронно-іонні рівняння напівреакцій.



6. Для повної нейтралізації продуктів, отриманих при гідролізі деякого ванадій галогеніду масою 4,38 г витратили розчин калій гідроксиду об'ємом 100 мл з молярною концентрацією 2,4 моль/л. Який це був галогенід?

Варіант 23

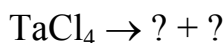
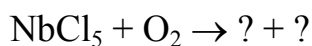
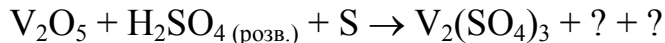
1. Як гідролізується натрій орто-, ди-, метаванадат? Напишіть рівняння реакцій в молекулярній та іонно-молекулярній формах.

2. Які катіони утворюються при взаємодії V_2O_5 з кислотами? Приведіть відповідні приклади, вказав умови їх здійснення.

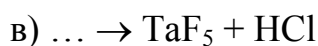
3. Складіть рівняння імовірних реакцій за наступною схемою:



4. Визначіть окисник та відновник, закінчіть рівняння ОВР:



5. Наведіть вихідні сполуки, внаслідок взаємодії яких утворились наступні продукти. Запишіть рівняння реакцій. Для окисно-відновних процесів в розчинах напишіть електронно-іонні рівняння напівреакцій.



6. Яка маса амоній ванадату з масовою часткою 10 % необхідна для одержання 9,1 г ванадій (V) оксиду? Який об'єм амоніаку (н.у.) при цьому виділиться? Вихід продукту складає 60 %.

Варіант 24

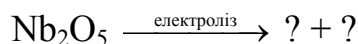
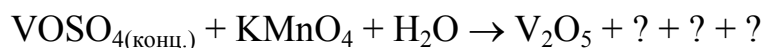
1. Що загального і що різного в хімії ванадію (V) і фосфору (V), ванадію (V) і хрому (V)?

2. Чим пояснюється те, що ванадій реагує з галогенами, які взяти в надлишку, утворює сполуки різного складу: VF_5 , VCl_4 , VBr_3 ?

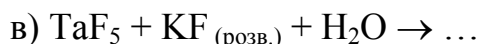
3. Складіть рівняння імовірних реакцій за наступною схемою:



4. Визначіть окисник та відновник, закінчіть рівняння ОВР:



5. Наведіть рівняння реакцій:



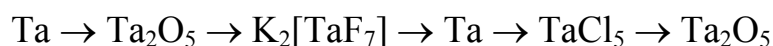
6. Тепловий ефект реакції відновлення ванадій (V) оксиду кальцієм складає 1618,8 кДж. Розрахуйте теплоту утворення V_2O_5 .

Варіант 25

1. Які типи пероксосполук характерні для ванадію? В яких умовах вони утворюються? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

2. Чому $\text{Nb}(\text{OH})_5$ не розчиняється у хлоридній кислоті, але розчиняється в фторидній та оксалатній? Який механізм «розчинення»?

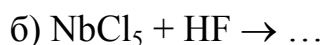
3. Складіть рівняння імовірних реакцій за наступною схемою:



4. Визначіть окисник та відновник, закінчіть рівняння ОВР:



5. Наведіть рівняння реакцій:



6. В електролізері з хлориднофторидним електролітом (77,3 % KCl , 9,7 % KF , 9,7 % K_2TaF_7 , 3,3 % Ta_2O_5) при температурі 850 °С, густині струму 0,65 А/см² за 2 години і 40 хвилин одержано 6052 г танталу на катоді площею 50 дм². Розрахуйте вихід за струмом танталу.

Список літератури

1. Яворський В.Т. Основи теоретичної хімії. – Львів: Львівська політехніка, 2004. – 256 с.
2. Редкие и рассеянные элементы. Химия и технология. В 3-х книгах / Коровин С. С., Букин В. И., Федоров П. И., Резник А.М.; под ред. С. С. Коровина – М.: МИСИС, 2003. – (440 с)
3. Бусев А.И. Руководство по аналитической химии редких элементов / Бусел А.И., Типцова В.Г., Иванов В.М. – М.: Химия, 1978. – 432 с.
4. Химия и технология редких и рассеянных элементов. В 3-х частях / под ред. К. А. Большакова. – М.: ВШ, 1976 (368, 360, 320 с.).
5. Васильева З.Г. Лабораторные работы по общей и неорганической химии: Учеб. пособие для вузов / Васильева З.Г., Грановская А.А., Таперова А.А. – Л.: Химия, 1986. – 288 с.
6. Петров С.В. Практикум по общей и неорганической химии: учеб. пособие для технол. спец. вузов / Петров С.В., Коротченко Н.А., Юрченко Г.К. – М.: Высш. шк., 1986. – 296 с.
7. Коровин Н.В. Лабораторные работы по химии. / Коровин Н.В., Мишулина Э.И., Рыжова Н.Г. – М.: Высш. шк., 1986. – 230 с.
8. Свойства элементов: Справочное изд. / под ред. М. Е. Дрица – М.: Металлургия, 1985. – 672 с.

Додаток 1
Термодинамічні константи деяких речовин

| Назва речовини | $\Delta H_{f,298}^0$, кДж/моль | $\Delta G_{f,298}^0$, кДж/моль | S_{298}^0 , Дж/(моль·К) |
|------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| C(графіт,к) | 0 | 0 | 5,74 |
| CO(г) | -110,52 | -137,14 | 197,54 |
| Cl ₂ (г) | 0 | 0 | 222,9 |
| H ₂ (г) | 0 | 0 | 130,52 |
| H ₂ O(г) | -241,82 | -228,61 | 188,72 |
| HCl(г) | -91,8 | -94,79 | 186,8 |
| Ca(к) | 0 | 0 | 41,63 |
| CaO(к) | -635,5 | -604,2 | 39,7 |
| I ₂ (г) | 62,43 | 19,37 | 260,59 |
| Nb(к) | 0 | 0 | 36,6 |
| NbC(к) | -140,65 | — | 37,26 |
| Nb ₂ C(к) | -95,06 | — | 36,6 |
| NbO(к) | -418,3 | — | — |
| Nb ₂ O ₅ (к) | -1898 | -1764,1 | 137,2 |
| NbCl ₅ (к) | -797,5 | -687,7 | 226 |
| Ta(к) | 0 | 0 | 41,5 |
| TaCl ₅ (к) | -857,9 | -750,5 | 238 |
| V(к) | 0 | 0 | 28,9 |
| VCl ₂ (к) | -452,17 | -406,12 | 97,1 |
| VI ₂ (к) | -22 | — | 0 |
| VO ₂ (к) | -720 | -665 | 51,57 |
| V ₂ O ₅ (к) | -1552 | -1421,2 | 131 |

Примітка: позначення в дужках: К – кристалічний, Г – газоподібний

Додаток 3

Періодична система елементів Д.І. Менделєєва

| Г Р У П И | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| I | | II | | III | | IV | | V | | VI | | VII | | VIII | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | H Гідроген 1.01 2.2 | | | | | | | | | | | | He Гелій 4.00 — | 2 | назва елемента | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Li Літій 6.94 1.0 | 3 Be Берилій 9.01 1.5 | 4 B Бор 10.81 2.0 | 5 C Карбон 12.01 2.5 | 6 N Нітроген 14.01 3.0 | 7 O Оксиген 16.00 3.5 | 8 F Флуор 19.00 4.0 | 9 Ne Неон 20.18 — | | | | | 10 Ar Аргон 39.95 — | 10 | атомна маса | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Na Натрій 23.00 0.9 | 11 Mg Магній 24.31 1.2 | 12 Al Алюміній 26.98 1.5 | 13 Si Силіцій 28.09 1.8 | 14 P Фосфор 30.97 2.1 | 15 S Сульфур 32.07 2.5 | 16 Cl Хлор 35.45 3.0 | 17 Ar Аргон 39.95 — | | | | | 18 K Калій 39.10 0.8 | 18 | електро- негативність | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 19 Ca Кальцій 40.08 1.0 | 20 Sc Скандій 44.96 1.3 | 21 Ti Титан 47.88 1.5 | 22 V Ванадій 50.94 1.6 | 23 Cr Хром 52.00 1.6 | 24 Mn Манган 54.94 1.5 | 25 Fe Ферум 55.85 1.8 | 26 Co Кобальт 58.93 1.8 | 27 Ni Нікол 58.69 1.8 | | | | 28 Cu Купрум 65.55 1.9 | 28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 29 Zn Цинк 65.39 1.6 | 30 Ga Галій 69.72 1.6 | 31 Ge Германій 72.59 1.8 | 32 As Арсен 74.92 2.0 | 33 Se Селен 78.96 2.4 | 34 Br Бром 79.90 2.8 | 35 Kr Криптон 83.80 — | 36 Rb Рубідій 85.47 0.8 | 37 Sr Стронцій 87.62 1.0 | 38 Y Ітрій 88.91 1.3 | 39 Zr Цирконій 91.22 1.4 | 40 Nb Ніобій 92.91 1.6 | 41 Mo Молибден 95.94 1.8 | 42 Tc Технецій [99] 1.9 | 43 Ru Рутеній 101.07 2.2 | 44 Rh Родій 102.91 2.3 | 45 Pd Паладій 106.42 2.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 47 Ag Аргентум 107.87 1.9 | 48 Cd Кадмій 112.41 1.7 | 49 In Індій 114.82 1.7 | 50 Sn Станум 118.71 1.8 | 51 Sb Стибій 121.75 1.9 | 52 Te Телур 127.60 2.1 | 53 I Іод 126.90 2.5 | 54 Xe Ксенон 131.29 — | | | | | 55 Cs Цезій 132.91 0.7 | 56 Ba Барій 137.33 0.9 | 57 *La Лантан 138.91 1.1 | 58 Ce Церій 140.12 1.1 | 59 Pr Прометій 140.91 1.1 | 60 Nd Неодим 144.24 1.1 | 61 Pm Прометій [147] 1.1 | 62 Sm Самарій 150.36 1.2 | 63 Eu Європій 151.96 1.2 | 64 Gd Гадоліній 157.25 1.1 | 65 Tb Тербій 158.93 1.2 | 66 Dy Диспрозій 162.50 1.2 | 67 Ho Гольмій 164.93 1.2 | 68 Er Ербій 167.26 1.2 | 69 Tm Тулій 168.93 1.2 | 70 Yb Йтербій 173.04 1.2 | 71 Lu Лютецій 174.97 1.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 79 Au Аурум 196.97 2.4 | 80 Hg Ртуть 200.59 1.9 | 81 Tl Талій 204.38 1.8 | 82 Pb Свинець 207.20 1.8 | 83 Bi Вісмут 208.98 1.9 | 84 Po Полоній [209] 2.0 | 85 At Астат [210] 2.2 | 86 Rn Радон [222] — | | | | | 87 Fr Францій [223] 0.7 | 88 Ra Радій 226.03 0.9 | 89 **Ac Актиній [227] 1.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Навчальне видання

Методичні вказівки до організації лабораторних, практичних занять

та самостійної роботи за темою

“ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ d^3 – ЕЛЕМЕНТІВ”

для студентів спеціальності „Хімічна технологія рідкісних розсіяних елементів та матеріалів на їх основі” денної та заочної форм навчання

Укладачі

ШТЕФАН Вікторія Володимирівна

САХНЕНКО Микола Дмитрович

ЯРОШОК Тамара Петрівна

ВЕДЬ Марина Віталіївна

Відповідальний за випуск

Б.І. Байрачний

Роботу до видання рекомендував

Я.М. Пітак

В авторській редакції

План 2008 р., п. 47/

Підписано до друку08. Формат 60 x 84 1/16. Папір друк. №2.

Друк – ризографія. Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк. 1,5. Обл.-вид. арк. 1,7.

Наклад 100 прим. Зам.№

Ціна договірна

Видавничий центр НТУ "ХПІ", 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 116 від 10.07.2000 р.

Друкарня НТУ "ХПІ", 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21